

УДК 524

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ГАЛАКТИКИ (НОВЫЙ ВЗГЛЯД)

Н.П. Попов

(Объединенный научно-исследовательский институт ВС Украины, Харьков)

Излагается гипотеза процесса формирования Галактики, в основу которой положено допущение о взрыве образовавшейся в ходе предшествующей эволюции компактной протоГалактики.

физическая модель, Галактика, взрыв, Гало, Диск

Постановка проблемы. Одной из центральных задач астрономии является установление закономерностей образования и эволюции звезд, галактик и их скоплений. Особый интерес представляет изучение происхождения и эволюции Галактики, в состав которой входит Солнечная система. Знание этих закономерностей позволяет лучше понять и объяснить эволюцию элементов Вселенной в прошлом, настоящем и будущем.

Анализ литературы. Исследованиями физики и эволюции звезд и галактик посвящено большое количество работ. Накоплен обширный экспериментальный материал, позволивший раскрыть многие тайны Вселенной. Анализ результатов исследований показывает, что существуют разнообразные подходы к объяснению эволюции звезд и их систем [1 – 10]. Обзор известных гипотез образования Галактики приведен в работах [2 – 5]. Вместе с тем, несмотря на то, что структура Галактики, характеристики ее отдельных областей достаточно детально изучены [3, 8], все еще нет достаточно ясного ответа на многие вопросы, касающиеся процессов ее формирования.

В частности, дискуссионными являются механизм образования Гало и окружающей его Короны, дисковой структуры Галактики и утолщения в ее центральной области. Нет убедительного объяснения малого по сравнению с Диском момента вращения центральной области и др.

Цель работы. Целью настоящей работы является предложить гипотезу формирования Галактики, позволяющую в общей постановке ответить на указанные выше вопросы.

Материалы исследования. В основу предлагаемой гипотезы формирования Галактики положено допущение о взрыве образовавшейся в ходе предшествующей эволюции протоГалактики. На основе анализа последствий такого взрыва физическая модель процесса формирования Галактики может быть представлена в следующем виде.

1. Формированию Галактики предшествовала эволюция Вселенной, за начало отсчета которой принято считать так называемый Большой Взрыв (БВ) [1, 2]. Существование БВ предполагает начальное сосредоточение всей массы протоВселенной в ограниченном пространстве. Материя протоВселенной существовала в сверх сжатом состоянии за счет сил притяжения ее элементарных частиц и гравитации. Вполне вероятно, что она обладала моментом импульса. При Большом Взрыве в окружающее пространство была выброшена основная часть массы протоВселенной. По существующим оценкам плотность продуктов взрыва на момент начала расширения составляла порядка 10^{18} кг/м³. В процессе расширения во все возрастающем объеме происходили распад первоначально сплошной среды и снижение средней плотности материи. Продукты взрыва на этом этапе состояли из многочисленных фрагментов, находящихся в сверхплотном состоянии (типа нейтронных звезд), и газовых облаков с высокой плотностью водорода. Со временем под действием сил гравитации формируется упорядоченное движение элементов системы с образованием скоплений фрагментов взрыва (ФВ). Сверхплотные фрагменты взрыва аккумулируют значительную массу окружающего вещества, образуя (благодаря особым свойствам таких фрагментов [7]), массивные сферические агрегаты. Под действием гравитационных сил происходит объединение указанных агрегатов и сопутствующих им газовых облаков в компактные конгломераты – протоГалактики. Одним из таких конгломератов была протоГалактика (пГ). ПротоГалактика обладала начальным моментом вращения, приобретенным в ходе предшествующей эволюции.

2. Продолжающаяся аккреция, гравитационное сжатие, взаимодействие больших сосредоточенных масс в процессе их тепло- и массообмена создают условия для взрыва протоГалактики. В некоторый момент времени происходит взрыв протоГалактики, подобный Большому взрыву, но существенно меньшего масштаба.

Продукты галактического взрыва (ПГВ) в виде многочисленных сверхплотных фрагментов разных размеров, плотных газовых облаков и рассеянного газа распространяются в окружающем пространстве. Скорость продуктов взрыва определяется начальным импульсом, полученным ее отдельными фрагментами, и скоростью их вращения вокруг оси в составе протоГалактики. При взрыве часть фрагментов приобретают скорость, превышающую параболическую, в результате чего они удаляются в межгалактическое пространство.

Под действием светового давления и ударной волны значительная масса оставшегося в зоне влияния протоГалактики вещества перемещается на периферию (возможность подобного процесса показана в [9]).

При движении по радиусу продукты взрыва сохраняют линейную скорость движения вокруг центра массы системы, обусловленную вращением пГ. Величина этой скорости определяется характером изменения

линейной скорости по радиусу $\rho\Gamma$ и широтой выброса вещества (линейная скорость фрагментов будет изменяться от максимальной при выбросе их из экваториальной области до нулевой – из района полюсов).

По мере движения ПГВ в радиальном направлении происходит их гравитационное торможение. В результате со временем образуется Галактическое облако (ГО) с диаметром, соизмеримый с диаметром современного Гало. Вследствие дисперсии начальной скорости ПГВ располагаются по всему объему ГО с определенным (с наличием максимума) распределением их плотности по радиусу. При расширении продуктов взрыва и в результате теплообмена с внешней средой их температура понижается от центра облака к его периферии.

Поскольку в процессе аккреции наружные слои $\rho\Gamma$ превышали линейную скорость внутренних ее слоев можно предполагать, что подобная дифференциация линейной скорости ПГВ будет сохраняться и по радиусу ГО. Предположение подтверждается исследованиями [1].

Сохранившиеся за пределами зоны влияния протоГалактики плотные газовые облака вместе с вытесненным из этой зоны газом образуют в дальнейшем вокруг Гало темную Корону из ненаблюдаемого вещества [3].

3. После взрыва протоГалактики в центре ГО образуется Ядро Галактики, современный радиус которого составляет около 3 пс [8]. Структура Ядра обусловлена, по-видимому, исходной структурой протоГалактики и характером взрыва: оно содержит несколько сверхплотных фрагментов (внутренних ядер), звезд и ионизованного газа большой плотности. В центре Ядра содержится объект («перемычку») с размерами около $0,3 \times 0,7$ пс [8]. Структура объекта, по-видимому, подобна структуре двойной звезды с плоскостью вращения элементов, перпендикулярной экваториальной плоскости Галактики. «Перемычка» является источником струйного течения ионизованного газа из ее центральной области.

4. После подъема на максимальную высоту получившие одинаковый начальный импульс ФГВ располагаются на сферической поверхности радиусом r_1 внутри ГО. При наличии линейной скорости u и действии центральной силы F ФГВ начинают двигаться вокруг центра масс по индивидуальным эллиптическим орбитам с апоцентром $r_a = r_1$. Эллиптическая орбита газовой компоненты из-за малой силы тяжести имеет малый эксцентриситет. ФГВ, расположенные в сходственных точках на поверхности выбранной сферы в разных полушариях (за исключением приполярных областей), движутся к экваториальной плоскости с противоположных направлений [10]. Их орбиты дважды пересекают соответствующие орбиты фрагментов, движущиеся в экваториальной плоскости. Здесь, в основном, происходит силовое взаимодействие фрагментов: их объединение, возникновение момента вращения и т.п. Объединение фрагментов приводит к росту сечения столкновения объединения, что в свою очередь повышает вероятность

его столкновения с последующими фрагментами. Образующиеся при столкновении ФГВ агрегаты могут изменять свою первоначальную орбиту и выходить из экваториальной плоскости, создавая дополнительные зоны столкновения за ее пределами. Аккреция газовой компоненты приводит к дополнительному росту массы объединений и образованию протозвезд.

В экваториальной области все фрагменты и образующиеся протозвезды движутся в направлении вращения Ядра Галактики.

В области полюсов линейная скорость ФГВ близка к нулю. По этой причине они движутся по вытянутым эллиптическим орбитам или по радиусу системы в направлении к центру Галактики. В процессе движения при взаимодействии с другими фрагментами и в результате аккреции газовой компоненты происходит рост их массы с дальнейшей эволюцией в звезды.

Таким образом происходит сосредоточение основной массы продуктов взрыва в области, прилегающей к экваториальной плоскости ГО, и образование дискообразной структуры Галактики.

Существующие ныне рукава Галактики и рукава, наблюдаемые в Ядре [8], являются результатом струйного истечения газа из центральной области двойного объекта Ядра. Наблюдаемые ныне струйные течения в виде двух рукавов являются источником вещества для интенсивного звездообразования в Ядре.

5. Наиболее массивные ФГВ при движении в экваториальной области и вне ее увеличивают свою массу, оставаясь однако на орбитах вне образующегося Диска. Такие фрагменты со сверхплотным ядром и малой скоростью вращения со временем образуют шаровые звездные скопления.

6. В центральной области ГО часть ФГВ, перицентр которых меньше радиуса Ядра, поглощаются Ядром. На Ядро аккрецирует и газовая компонента. Со временем область Ядра обогащается газом и фрагментами – элементами будущих звезд в составе Ядра.

Часть ФГВ, перицентр которых незначительно превышает размеры Ядра, вследствие гравитационного захвата переходят на орбиту вокруг Ядра. Со временем вокруг Ядра образуется центральное скопление фрагментов в форме полого эллипсоида вращения с большой полуосью, лежащей в плоскости Диска (современное центральное звездное скопление (ЦЗС) или утолщение). Современный радиус внутренней и наружной границы эллипсоида составляет около 0,7 и 1,4 кпс [8]. В рассматриваемой области орбиты фрагментов взрыва наиболее близко располагаются друг к другу, что создает условия для интенсивного взаимодействия фрагментов и ускоренного звездообразования. Этому способствует также высокая температура и плотность материи в указанной области.

Наружная область Ядра и внутренняя область центрального звездного скопления разделены газовыми оболочками разного состава, конфигурации и плотности [8].

7. Объединение ФГВ, сосредоточение газовой компоненты в экваториальной области способствует образованию протозвезд с дальнейшей эволюцией в звезды. Вследствие понижения температуры и плотности материи звездообразование в объеме Диска происходит с временным запаздыванием от центра к периферии. Та же причина приводит к дифференциации начальной массы образующихся звезд.

8. Приобретение Диском значительного момента импульса является результатом силового перемещения продуктов взрыва на значительное расстояние от центра Галактики.

Все составляющие формирующейся Галактики в дальнейшем видоизменяется, а ее структура и состав существенно усложняются. Однако из приведенной картины просматривается логическая цепь дальнейших событий, приводящих к существующему состоянию вещей.

Выводы. Предложена физическая модель процесса формирования Галактики, в основу которой положена гипотеза существования взрыва сформировавшейся в процессе эволюции компактной протоГалактики.

Модель позволяет объяснить механизм образования современных элементов Галактики: Ядра, Диска и его рукавов, Центрального звездного скопления (утолщения), Гало и его Короны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакулин П.И., Кононович Э.В., Мороз В.И. Курс общей астрономии: Учебник / 5-ое изд., перераб. – М.: Наука, 1983. – 560 с.
2. Бялко А.В. Наша планета – Земля. – М.: Наука, 1989. – 240 с.
3. Берг С. ван ден, Хессер Д. Происхождение Млечного пути // В мире науки: Пер. с англ. – 1993. – 2/3. – С. 96 – 103.
4. Бааде В. Эволюция звезд и галактик: Курс лекций / Пер. с англ. Ю.Н. Ефремова, под ред. А.С. Шарова, 2-ое изд. стер. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 299 с.
5. Ефремов Ю.Н. Новый взгляд на Галактику. – М.: Знание, 1989. – 61 с.
6. Масевич А.Г., Тутуков А.В. Актуальные проблемы теории эволюции звезд // Современные проблемы физики и эволюции звезд. Сб. статей 1. – М.: Наука. – 1989. – С. 5 – 18.
7. Чернин А.Д. Звезды и физика. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 174 с.
8. Центр Галактики: Сб. статей / Под ред. Г. Риглера и Р. Блендфорза, пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 272 с.
9. Климишин И.А. Ударные волны в оболочках звезд. – М.: Наука, 1984. – 215 с.
10. Попов Н.П. Физическая модель процесса формирования солнечной системы (новый взгляд) // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2004. – Вып. 6. – С. 148 – 158.

Поступила 30.04.2005

Рецензент: доктор технических наук, профессор И.М. Приходько,
Объединенный научно-исследовательский институт ВС Украины, Харьков.